

(5)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Deutschland

(11)

Offenlegungsschrift 24 60 715

(21)

Aktenzeichen: P 24 60 715.6-33

(22)

Anmeldetag: 19. 12. 74

(43)

Offenlegungstag: 24. 6. 76

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

(54)

Bezeichnung:

Korpuskularstrahloptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparats in Form eines Flächenmusters mit mehreren untereinander gleichen Flächenelementen

(71)

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

(72)

Erfinder:

Koops, Hans, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 6101 Nieder-Ramstadt

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

2460715

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Erlangen 19. DEZ. 1974
Werner-von-Siemens-Str. 50

Unser Zeichen:
VPA 74/8338
Bw/Lo

Korpuskularstrahloptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparats in Form eines Flächenmusters mit mehreren untereinander gleichen Flächenelementen

Die Erfindung bezieht sich auf ein korpuskularstrahloptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparats in Form eines Flächenmusters mit mehreren untereinander gleichen Flächen-elementen.

Es ist üblich, bei der Herstellung von Halbleiterschaltungen, beispielsweise von gedruckten oder integrierten Schaltungen, mehrere derartige Schaltungen auf einem Halbleiterplättchen zu erzeugen. Darüber hinaus ist es z. B. üblich, funktionelle Einheiten derartiger Schaltungen mehrfach herzustellen, um im Falle eines Fabrikationsfehlers innerhalb dieser Einheiten nicht die gesamte Schaltung aussondern zu müssen.

Flächenmuster der eingangs genannten Art werden bei bekannten Vorrichtungen mit Hilfe eines Raster-Elektronenmikroskops erzeugt. In einem Fall wird der Elektronenstrahl rasterförmig über das gesamte Präparat hinweggeführt; die Hell- bzw. Dunkeltastung des Strahls erfolgt dabei unter Verwendung eines Lichtpunkt-Abtasters (Flying Spot Scanner). Dieser besteht aus einer Kathodenstrahlröhre, deren Leuchtschirm vom Elektronenstrahl gleichmäßig beschrieben wird. Der auf der Röhre erzeugte Lichtpunkt beleuchtet eine Maske, die ein dem zu erzeugenden Flächenmuster entsprechendes Muster aufweist. Das die Maske durchsetzende Licht dient als Hellsteuersignal des mit der Kathodenstrahlröhre synchronisierten Raster-Elektronenmikroskops (Rev. Sci. Instr. 44 (1973), Seiten 1282 - 1285).

-2-

609826/0549

ORIGINAL INSPECTED

- 2 -

In einem anderen Fall wird der Elektronenstrahl des Mikroskops mit Hilfe eines Digitalrechners gesteuert. Die zu belichten- den Flächen werden dabei nacheinander mit dem Elektronen- strahl jeweils rasterförmig beschrieben (J. Vac. Sci. Technol. 10 (1973), Seiten 1052 - 1055).

Während im erstgenannten Fall die Belichtungszeit des Prä- parats von der Form des Flächenmusters unabhängig und gleich dem Produkt aus der Zahl der Bildpunkte des Rasterfeldes und der Belichtungszeit eines derartigen Punktes ist, ergibt sich die Belichtungszeit im Falle der zuletzt genannten Vorrich- tung aus dem Produkt der untereinander gleichen Flächen- elemente mit der Belichtungszeit eines derartigen Flächen- elementes. Dabei ist unter Bildpunkt des Rasterfeldes eine Fläche zu verstehen, die gleich der Querschnittsfläche des Elektronenstrahls auf dem Präparat ist, während die Herstel- lungenzeit eines derartigen Flächenelementes sich aus dem Produkt der Zahl der Bildpunkte dieses Elementes und der Belichtungszeit eines derartigen Punktes ergibt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein korpuskular- strahloptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präpa- rats zu schaffen, bei dem sich Flächenmuster mit mehreren untereinander gleichen Flächenelementen in wesentlich kür- zerer Zeit als bei den bekannten Vorrichtungen herstellen lassen. Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß eine gleichmäßig mit Korpuskeln bestrahlte Maske, die eine der Anzahl der Flächenelemente entsprechende Zahl von Löchern aufweist, und ein zwischen Maske und Präparat liegendes Ab- lenksystem vorgesehen ist, durch das das Bild der Maske auf dem Präparat in zwei Koordinaten verschiebbar ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Gerät ist die Maske korpuskular- strahloptisch auf dem Präparat abgebildet; dieses Bild wird während der Belichtung mit Hilfe des Ablenksystems in der

-3-

609826/0549

- 3 -

gewünschten Weise verschoben. Auf diese Weise wird das Präparat an verschiedenen Stellen gleichzeitig und in gleicher Weise belichtet.

Ist es erforderlich, einzelne Flächenmuster mit zusätzlichen belichteten Flächen zu versehen, so kann mit Vorteil eine Abdeckmaske vorgesehen sein, die einen Teil der Löcher abdeckt. Alternativ dazu ist es möglich, unter Teilen der Lochmaske elektrostatische Ablenkelemente anzurichten, bei deren Erregung Teile der durchsetzenden Strahlen zur Abbildung nicht beitragen.

In den Figuren 1 bis 4 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 ein elektronenoptisches Verkleinerungsgerät zur gleichzeitigen Erzeugung von Flächenmustern mit untereinander gleichen Flächenelementen,

Fig. 2 eine auf dem Präparat abgebildete Maske,

Fig. 3 die sich auf dem Präparat ergebenden Flächenmuster,

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform der Maske im Schnitt.

Das in Fig. 1 gezeigte elektronenoptische Verkleinerungsgerät 1 dient der gleichzeitigen Herstellung von untereinander gleichen Teilen integrierter Schaltungen. Es weist eine Elektronenquelle 2, einen Kondensor 3, eine magnetische Feldlinse 4 und eine Verkleinerungslinse 5 auf. In der Mitte der Feldlinse 4 befindet sich eine Maske 6, die gleichmäßig bestrahlt ist (vgl. den eingezeichneten Strahlengang 7) und deren elektronenoptisches Bild in der Registrierebene 9 des Gerätes 1 abgebildet ist. Am Ort der Eintrittspupille 10 der Verkleinerungslinse 5 befinden sich elektrostatische Ablenkplattenpaare 11, 11', die eine Auslenkung des in der Registrierebene 9 vorliegenden, verkleinerten elektronenoptischen Bildes der Maske 6 in zwei zueinander senkrechten Richtungen

ermöglichen. In der Figur ist ferner ein Elektronenmikroskop 12 dargestellt, das dem Verkleinerungsgerät 1 nachgeordnet ist und das zur Positionierung und Scharfstellung des elektronenoptischen Bildes in der Registrierebene 9 dient. Das Elektronenmikroskop 12 weist eine Objektivlinse 13, eine Projektivlinse 14 und einen Leuchtschirm 15 auf. Es dient der Kontrolle der Abbildung der Maske 6 in die Registrierebene 9. Zu diesem Zweck bildet es die Registrierebene 9 vergrößert auf dem Leuchtschirm 15 ab.

In der Registrierebene 9 des Verkleinerungsgerätes 1 ist ein Präparat 8 angeordnet, das mit einer elektronenempfindlichen Schicht, z. B. Fotoresist-Lack, bedeckt ist. Zur Bestrahlung des Präparates 8 in Form eines Flächenmusters mit untereinander gleichen Flächenelementen besitzt die Maske 6 z. B. die in Fig. 2 wiedergegebene Gestalt. Die Maske 6 ist als elektronendurchlässige, z. B. metallische Platte 16 ausgebildet, die Löcher 17 zum Durchtritt von Elektronen aufweist. Je sechs dieser Löcher sind einem integrierten Schaltkreis zugeordnet.

Die durchsetzenden Elektronen fallen auf das Präparat 8 und belichten es an den den Löchern entsprechenden Stellen. In Fig. 3 sind diese Stellen mit A bezeichnet. Während der Belichtung des Präparates 8 sind die Ablenkplattenpaare 11, 11' derart erregt, daß das elektronenoptische Bild jedes Loches 17 gleichförmig längs eines Weges W (Fig. 3) ausgelenkt wird; der Weg W ist in eines der Flächenelemente F eingezeichnet. Die Erregung der Ablenkplattenpaare 11, 11' erfolgt dabei mittels andeutungsweise dargestellter Spannungsquellen 20, 20'. Auf dem Präparat ergibt sich ein Bestrahlungsmuster, das in Fig. 3 dargestellt ist. Es besteht aus vier einander gleichen Teilen I, innerhalb derer wiederum jeweils sechs Flächenelemente F einander gleich sind. Die Teile I stellen dabei jeweils eine integrierte Schaltung dar;

- 5 -

davon sind die Flächenelemente F Teile der Anschlußelemente der nicht dargestellten Schaltkreise C der integrierten Schaltungen I.

Zur Belichtung der Verbindungsbahnen V zwischen den Flächen F und den Schaltkreisen C der integrierten Schaltungen I ist eine in Fig. 2 andeutungsweise dargestellte Abdeckmaske 18 vorgesehen, die, vorzugsweise mit Hilfe eines von außen bedienbaren, nicht dargestellten Antriebes, über die Maske 6 geschoben werden kann und die jeweils fünf der sechs den Schaltungen I zugeordneten Löcher abdeckt. Nach dem Einschieben der Abdeckmaske 18 in den Strahlengang 7 des Gerätes 1 werden die Ablenkplattenpaare 11, 11' zunächst derart erregt, daß Elektronen, die die freibleibenden Löcher durchsetzen, auf einen Anfangspunkt ^A einer der zu belichtenden Flächen V fallen. Um während der dazu vorgenommenen Änderung der Erregung dieser Ablenkplattenpaare 11, 11' eine Belichtung des Präparats zu vermeiden, ist ein nach Art eines Belichtungsverschlusses wirkendes magnetisches Ablenkspulenpaar 19 unterhalb der Kondensorlinse 3 vorgesehen, das beispielsweise über einen Schalter 25 erregt werden kann. Sind nun die Ablenkplattenpaare 11, 11' in der beschriebenen Weise mit einer konstanten Vorerregung versehen, so wird zusätzlich eine gleichförmige Spannung an diese angelegt und die erste der zu belichtenden Flächen V gleichmäßig beschrieben, wobei der Schalter 25 geöffnet ist. Anschließend wird der Schalter 25 geschlossen und die Ablenkplattenpaare 11, 11' werden mit einer veränderten, konstanten Vorspannung derart versehen, daß Elektronen, die nach Öffnen des Schalters 25 die freibleibenden Löcher durchsetzen, auf die nächste der zu belichtenden Flächen der Verbindungsbahnen V fallen. Auf diese Weise werden alle zu belichtenden Flächen der Verbindungsbahnen V in der dargestellten Weise innerhalb einer integrierten Schaltung I nacheinander belichtet.

-6-

609826/0549

Alternativ zur Ausblendung von jeweils fünf der sechs Löcher 17 mit der genannten Abdeckmaske 18 ist es möglich, unter Teilen der Lochmaske elektrostatische Ablenkelemente anzurichten, bei deren Erregung Teile der die Maske durchsetzenden Strahlen zur Abbildung nicht beitragen. Eine derartige Maske, die in ihrer Funktion der Maske von Fig. 2 entspricht, ist in Fig. 4 wiedergegeben.

Fig. 4 zeigt den Schnitt dieser Maske 6' längs einer Linie, die der in Fig. 2 eingezeichneten Linie IV-IV der Maske 6 entspricht. Die Maske 6' weist ebenso wie diese eine elektronendurchlässige, z. B. metallische Platte auf, die mit 16 bezeichnet ist und in der Löcher 17 vorgesehen sind. Auf der der Elektronenquelle abgewandten Seite besitzt die Maske 6' elektrostatische Ablenkelemente 21, die von der Platte 16 durch eine Isolierschicht 22 getrennt sind und denen jeweils ein geerdetes Element 26 gegenübersteht. Die elektrostatischen Ablenkelemente 21 sind dabei unterhalb der Löcher 17 angeordnet, deren Bilder im Bedarfsfall ausgeblendet werden sollen. Die Ablenkelemente 21 sind parallel geschaltet und können durch einen Schalter 23 an eine Spannungsquelle 24 angeschlossen oder geerdet werden. Sind die Ablenkelemente 21 geerdet, so werden alle Löcher 17 auf dem Präparat abgebildet. Ist es nun erforderlich, einen Teil der Löcher 17 unwirksam zu machen, so wird der Schalter 23 in die gezeichnete Stellung gebracht. Zwischen jeweils einem Ablenk-element 21 und dem zugeordneten Element 26 entsteht dann ein elektrisches Feld, das zur Auslenkung der die zugehörigen Löcher 17 durchsetzenden Elektronen führt.

Nach entsprechender Behandlung, beispielsweise Ablösen der elektronenempfindlichen Schicht an den belichteten Stellen, lassen sich auf dem Präparat Flächen erzeugen, die sich in ihrer Funktion von den umgebenden Flächen unterscheiden. Die in Fig. 3 dargestellten Anschlußelemente F der integrierten

- 7 -

Schaltungen I lassen sich beispielsweise durch Galvanisierung oder Bedampfung bilden. Es sei ferner auf die Möglichkeit hingewiesen, die Leiterbahnen durch Elektronenbestrahlung auch direkt herzustellen. In diesem Fall ist das Präparat mit einer Schicht zu bedecken, die eine durch Elektronenbestrahlung reduzierbare Metallverbindung enthält.

Die Anwendung der Erfindung kommt, wie anhand der Figuren erläutert, in erster Linie bei elektronenoptischen Verkleinerungsgeräten infrage. Die Erfindung kann jedoch auch in Elektronenbestrahlungsgeräten eingesetzt werden, die eine Maske elektronenoptisch im Verhältnis 1 : 1 auf einem Präparat abbilden. Ferner ist es möglich, die Erfindung bei ionenoptischen Bestrahlungsgeräten zu verwenden.

4 Figuren

3 Ansprüche

Patentansprüche

1. Korpuskularstrahloptisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparats in Form eines Flächenmusters mit mehreren untereinander gleichen Flächenelementen, dadurch gekennzeichnet, daß eine gleichmäßig mit Korpuskeln bestrahlte Maske (6), die eine der Anzahl der Flächenelemente (F) entsprechende Zahl von Löchern (17) aufweist, und ein zwischen Maske (6) und Präparat (8) liegendes Ablensystem (11, 11') vorgesehen ist, durch das das Bild der Maske (6) auf dem Präparat (8) in zwei Koordinaten verschiebbar ist.
2. Korpuskularstrahloptisches Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Abdeckmaske (18) einführbar ist, die einen Teil der Löcher (17) abdeckt.
3. Korpuskularstrahloptisches Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unter Teilen der Lochmaske (6') elektrostatische Ablenkelemente (21) angeordnet sind, bei deren Erregung Teile der die Maske (6) durchsetzenden Strahlen zur Abbildung nicht beitragen.

609826 / 0549

⁹
Leerseite

IPA 74/8338

2/
1

Fig. 1 2460715

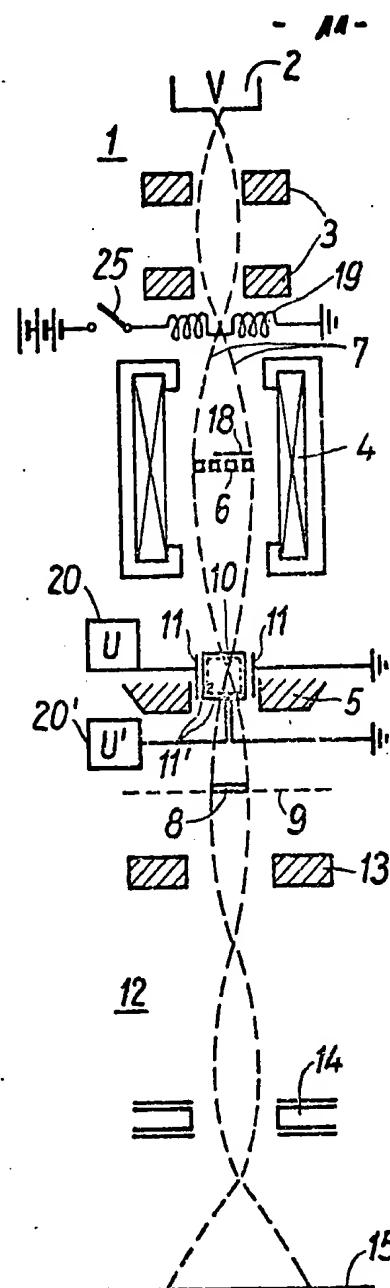
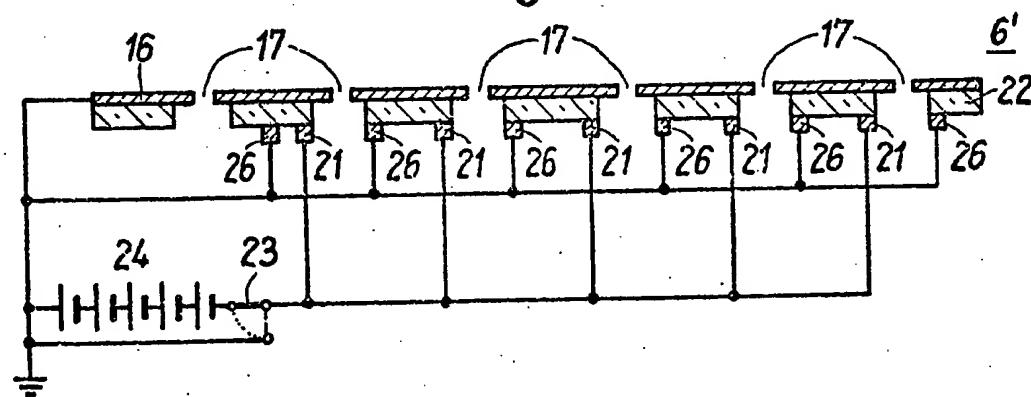


Fig. 4



H01J 37-30 AT:19.12.1974 OT:24.06.1976

609826 / 0549 SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

- 10 -

Fig. 2

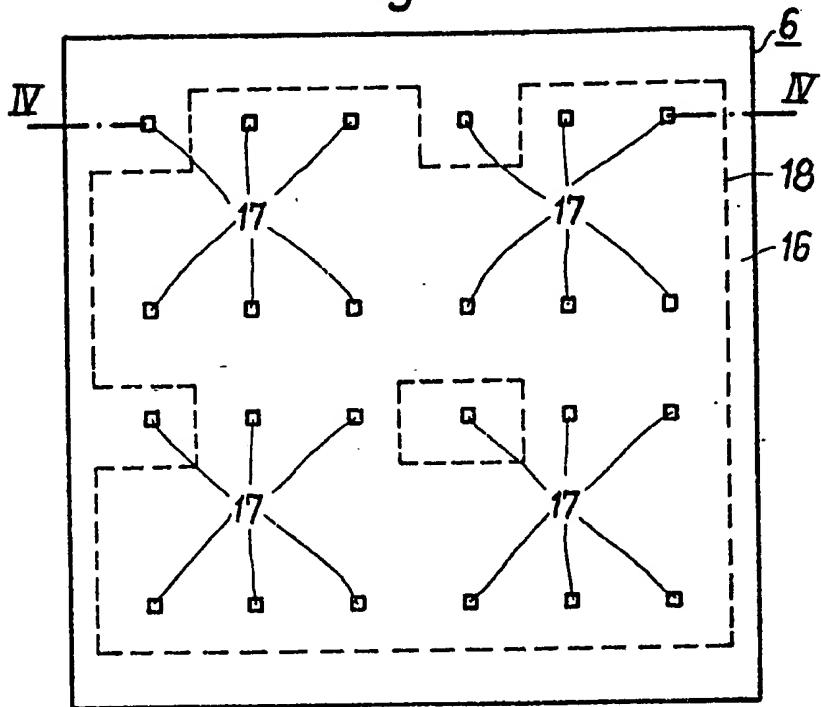
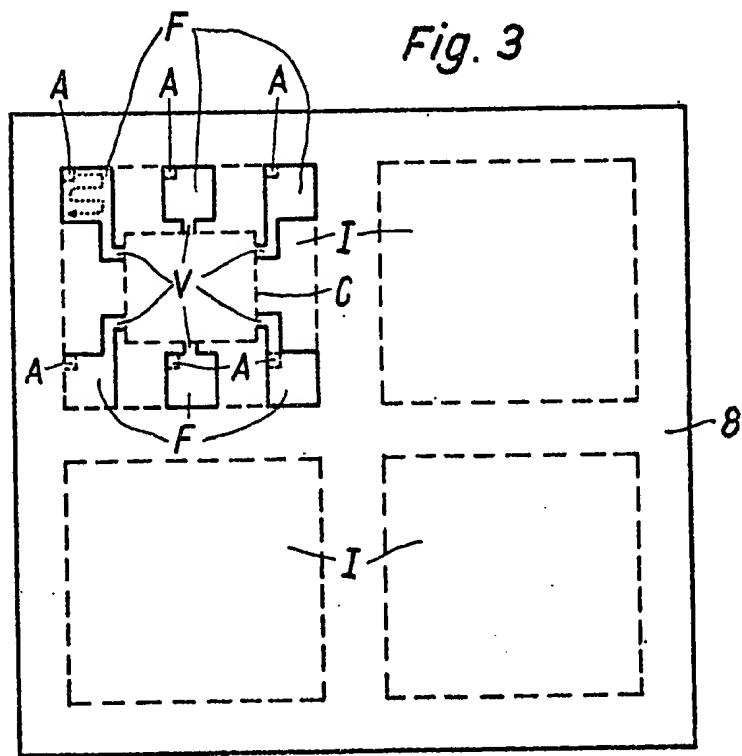


Fig. 3



609826/0549

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT